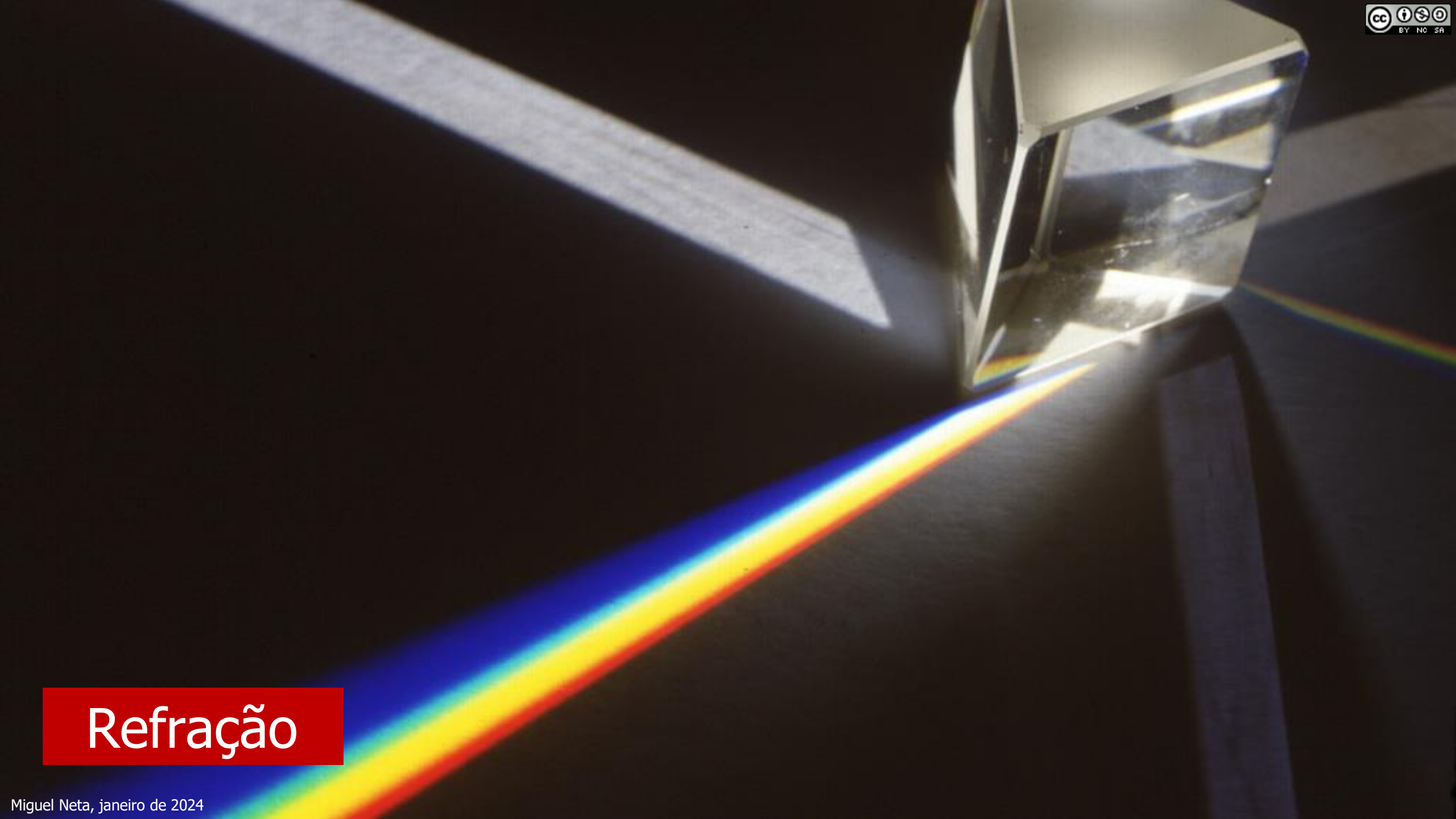
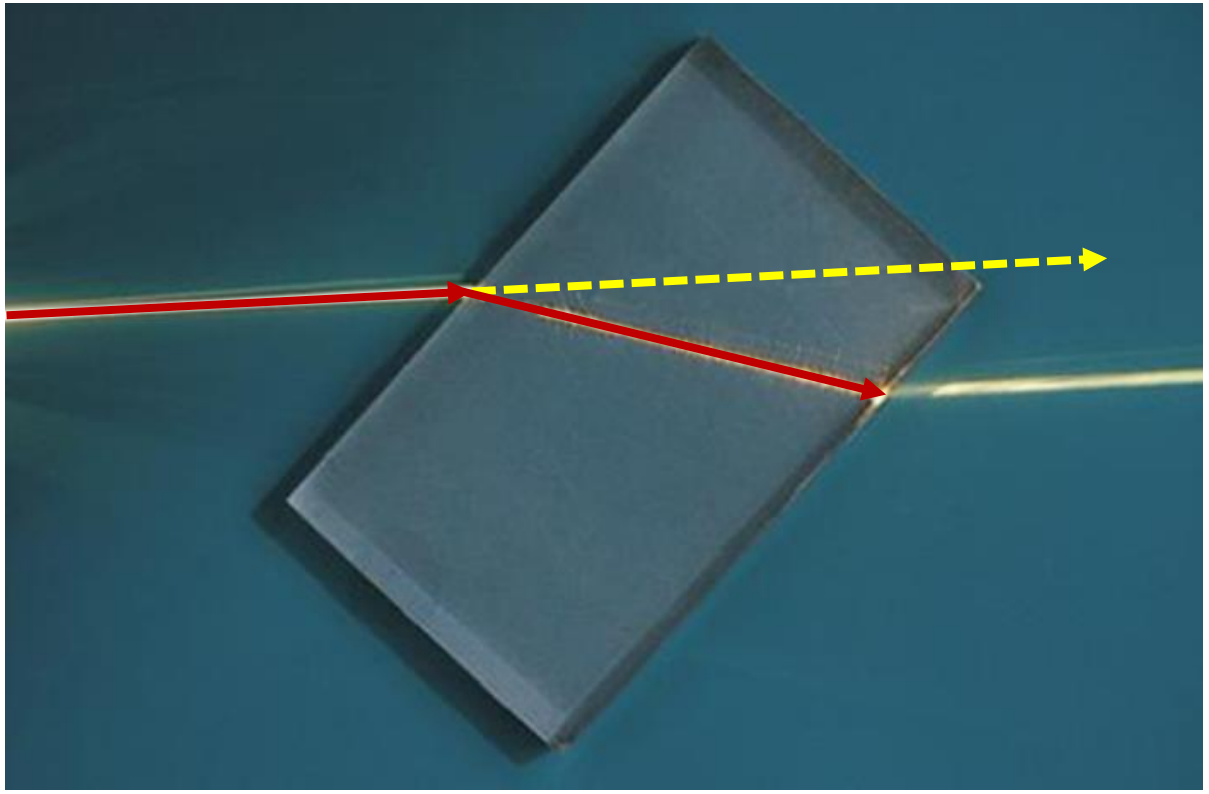


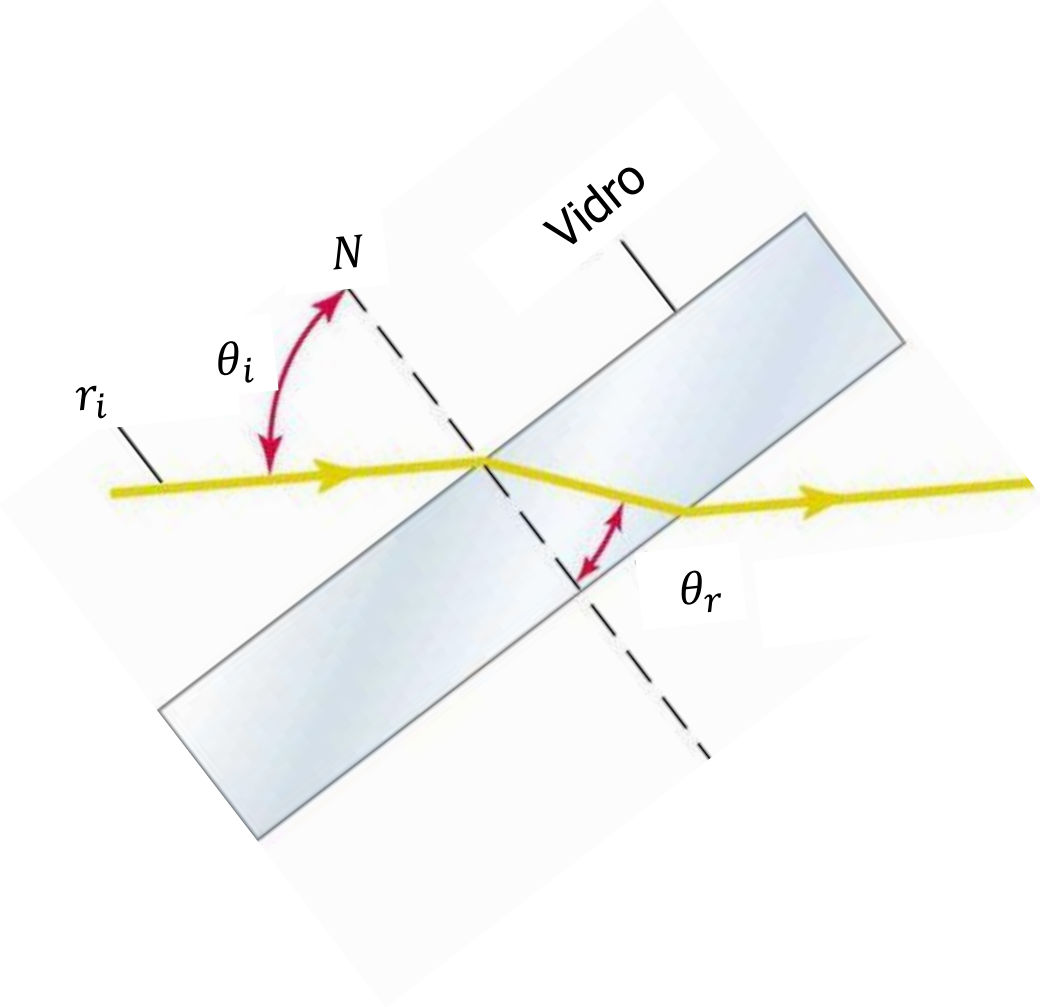
Refração

Miguel Neta, janeiro de 2024

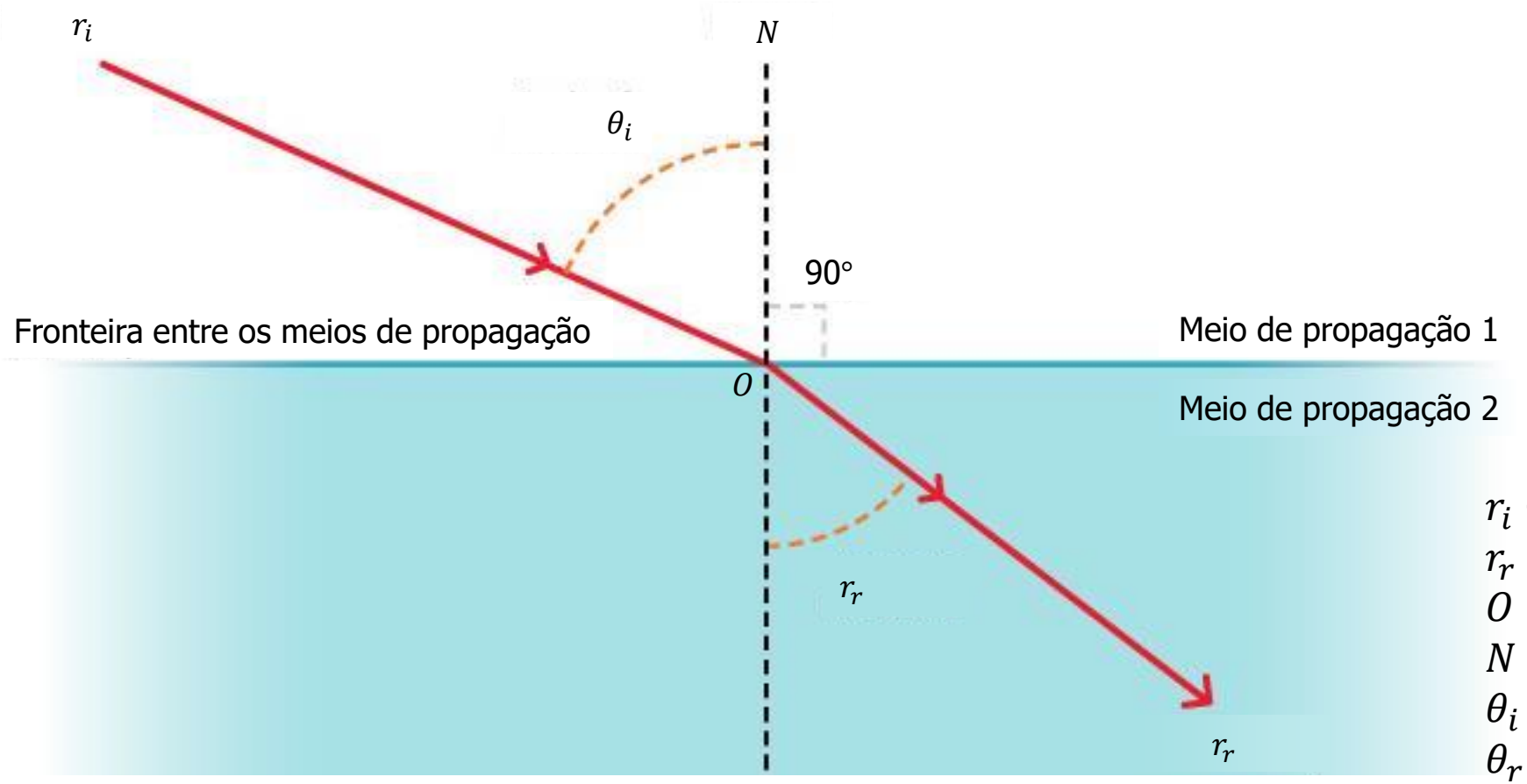
Refração

A refração acontece quando **uma onda passa de um meio para outro** com uma **mudança na direção** de propagação original.





Refração



r_i – raio incidente
r_r – raio refratado
O – ponto de incidência
N – normal no ponto de incidência
θ_i – ângulo de incidência
θ_r – ângulo de refração

[Desvio da Luz]

Refração

Índice de refração absoluto (n) para a luz

O índice de refração absoluto estabelece uma relação entre a velocidade de propagação da radiação eletromagnética no vazio, c, e a sua velocidade num outro meio, v:

$$n = \frac{c}{v}$$

em que:
n – índice de refração absoluto (não tem unidade)
c – velocidade de propagação da luz no vazio (m s^{-1})
v – velocidade da propagação da luz em outro meio (m s^{-1})

Os meios de propagação transparentes apresenta um $n \geq 1$.

$n_{ar} \approx 1{,}00$

Refração

Índice de refração relativo (n_{21})

O índice de refração relativo, quando a luz **passa do meio 1 para o meio 2**, é igual à razão:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

em que:
n_{21} – índice de refração do meio 2 relativamente ao meio 1
n_1 – índice de refração absoluto no meio 1
n_2 – índice de refração absoluto no meio 2

Refração

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Índice de refração relativo (n_{21})

$$n_1 = \frac{c}{v_1} \qquad n_2 = \frac{c}{v_2}$$

$$c = n_1 v_1 \qquad c = n_2 v_2$$

Igualando as duas expressões, vem que:

$$n_1\, v_1 = n_2\, v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

ou, de outra forma:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Refração

Leis da refração

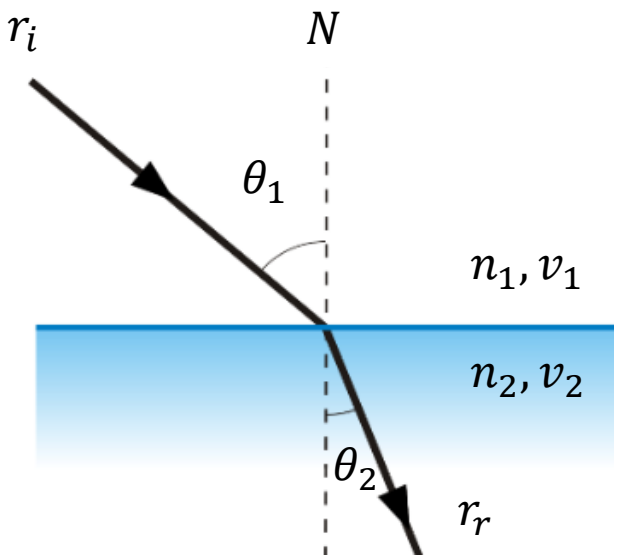
1. **O raio incidente, o raio refratado e a normal no ponto de incidência estão no mesmo plano.**

2. **Lei de Snell-Descartes para a refração: A razão entre os senos dos ângulos de incidência e de refração é constante e igual ao índice de refração relativo entre esses dois meios:**

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

De outra forma:

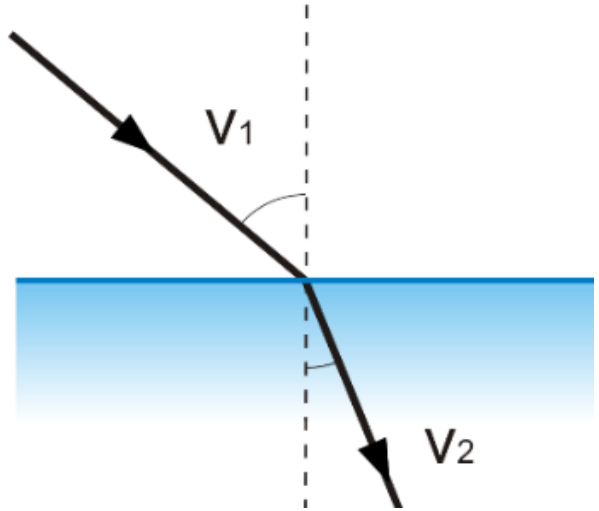
$$\boldsymbol{n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2}$$



Refração

O meio com **maior índice de refração** é o meio **mais refrigente** (**mais denso**) e o outro menos refrigente (menos denso).

Quando um raio luminoso passa para um meio mais denso, o raio refratado aproxima-se da normal.



Meio 1
Menor n
Menos refrigente (velocidade da luz é maior)

O raio aproxima-se da normal!

Meio 2
Maior n
Mais refrigente (velocidade da luz é menor)

Refração

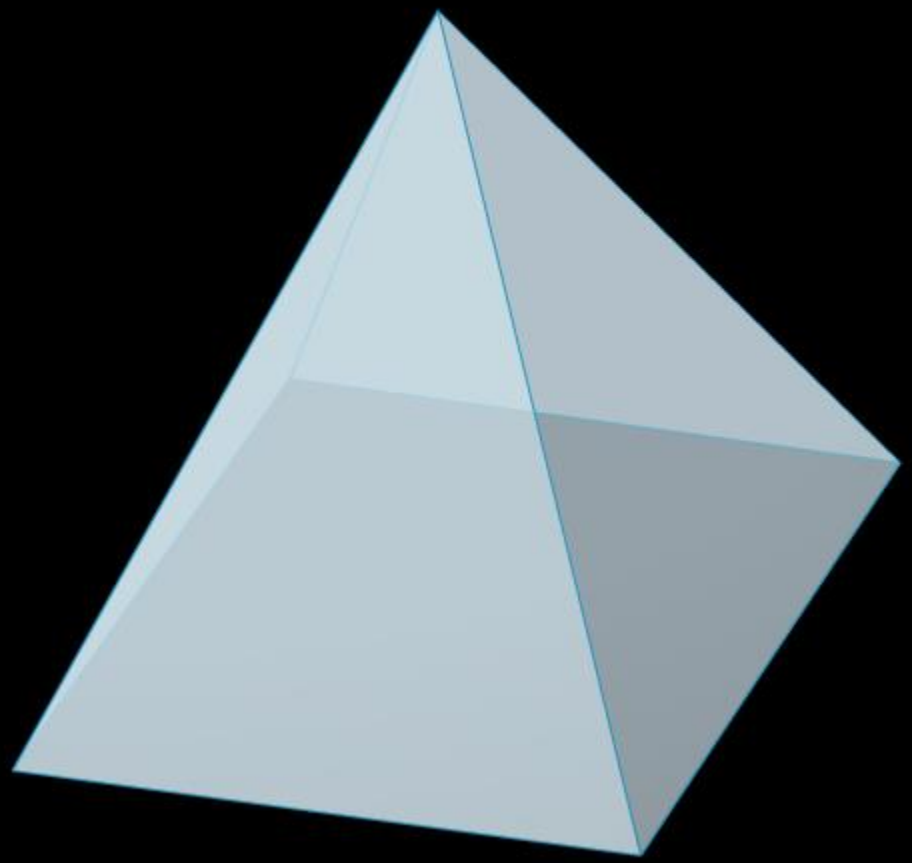
Dispersão

A dispersão é uma **refração variável em função da frequência** da radiação.

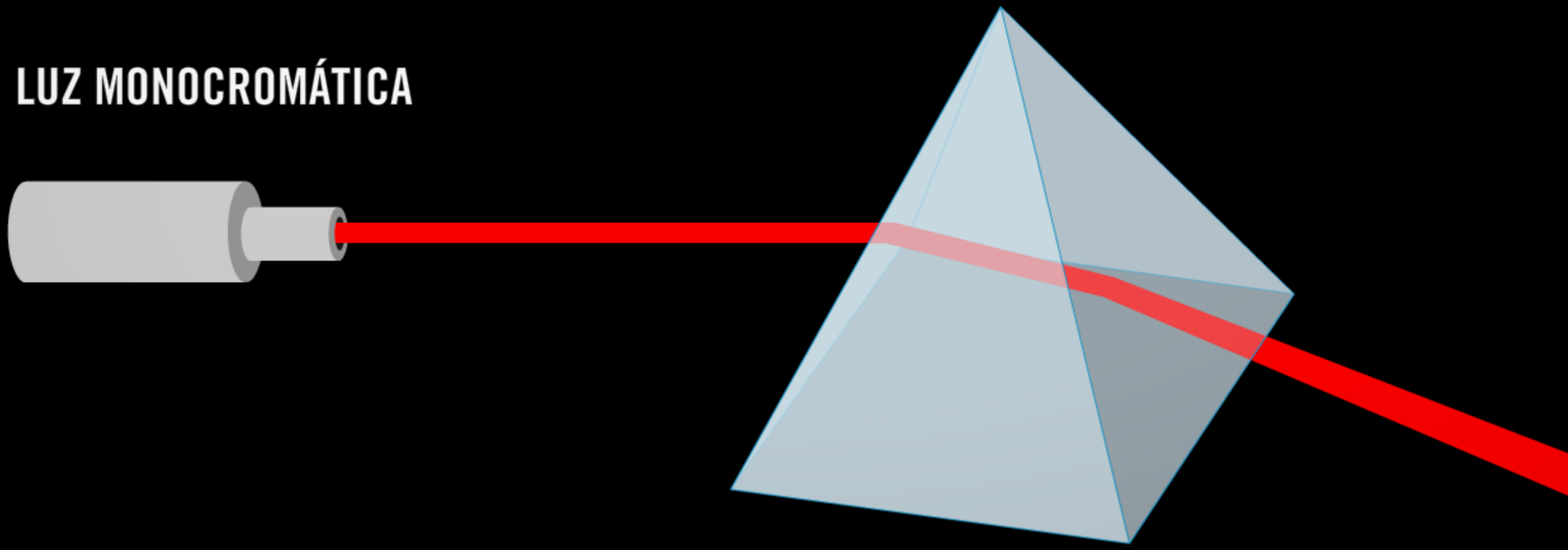
Ondas de diferente frequência dispersam de diferente forma!

É um consequência da diferença na interação entre diferentes radiações, com diferentes frequências, com a matéria.

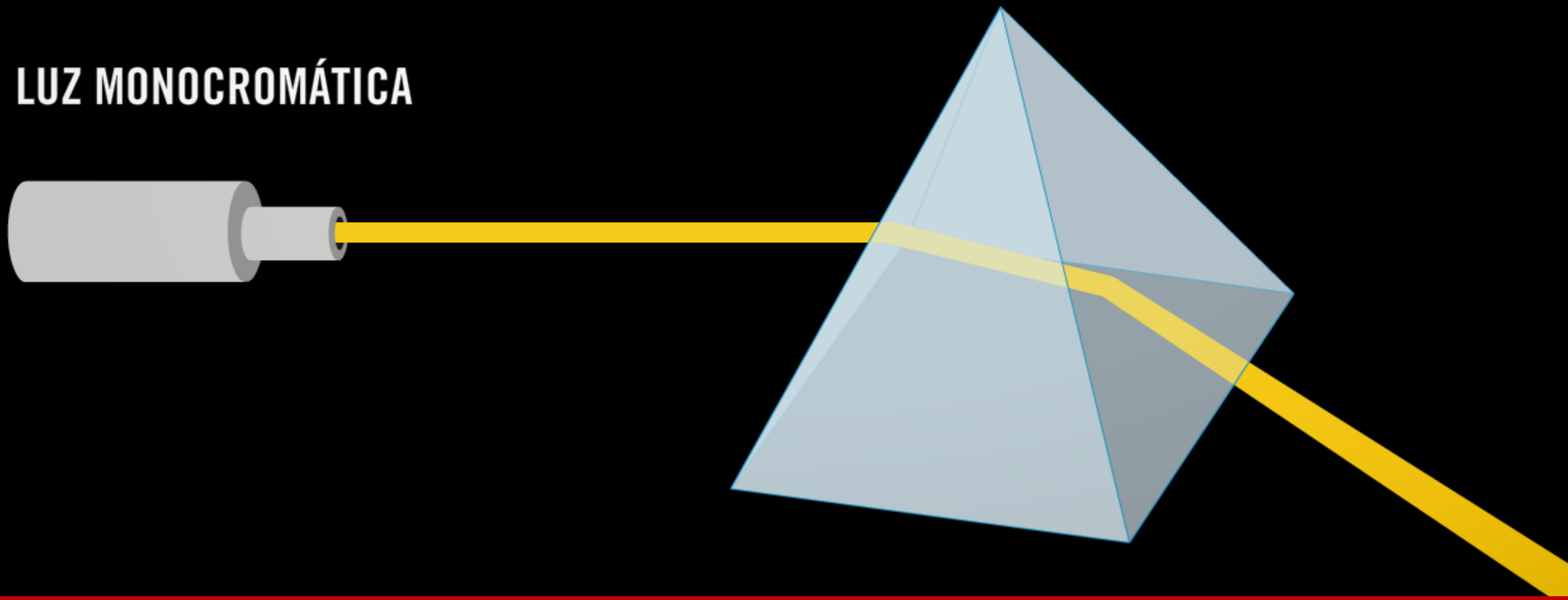
Quando a luz passa de um meio para o outro (refrata) a frequência não muda!

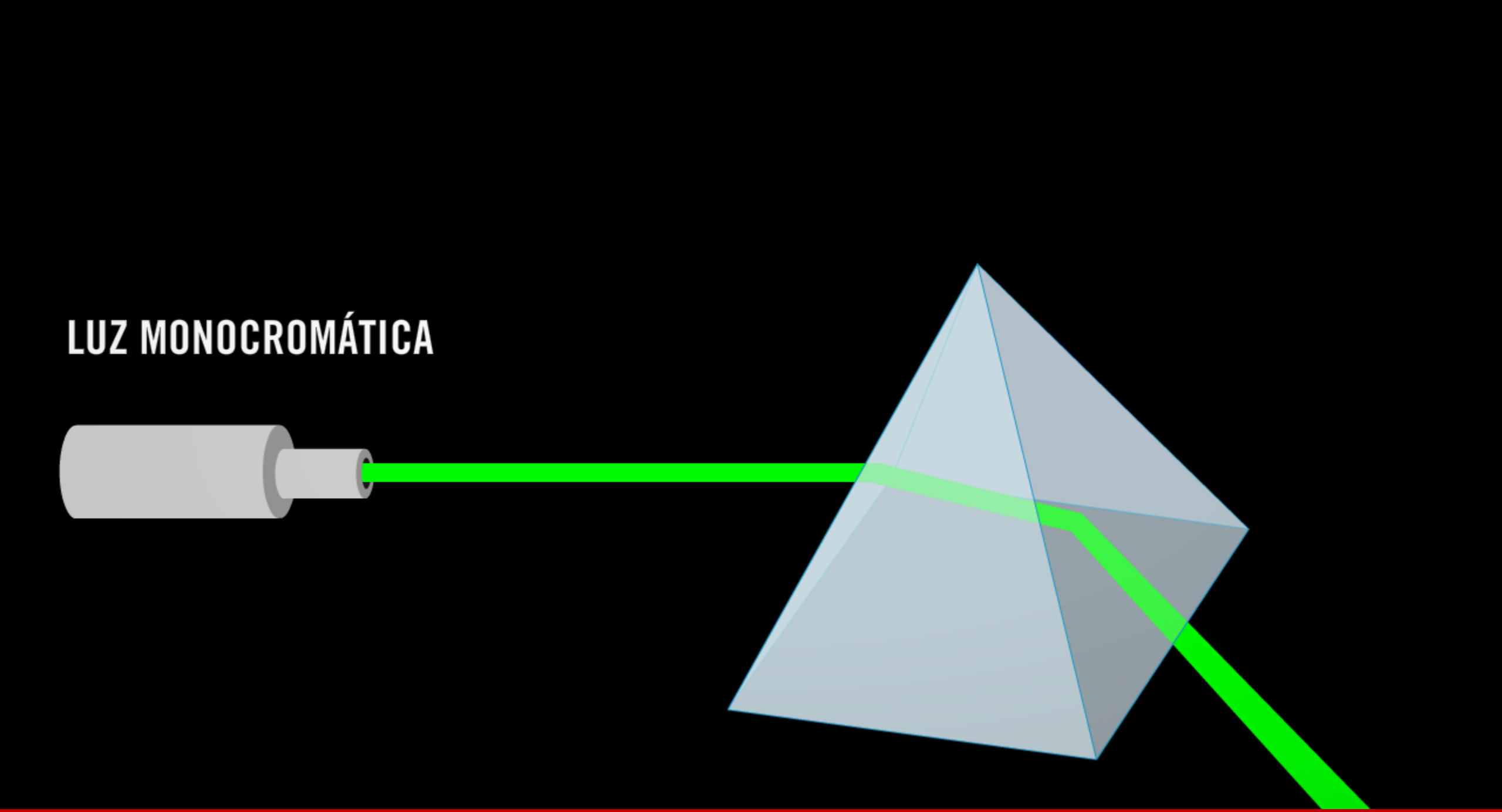


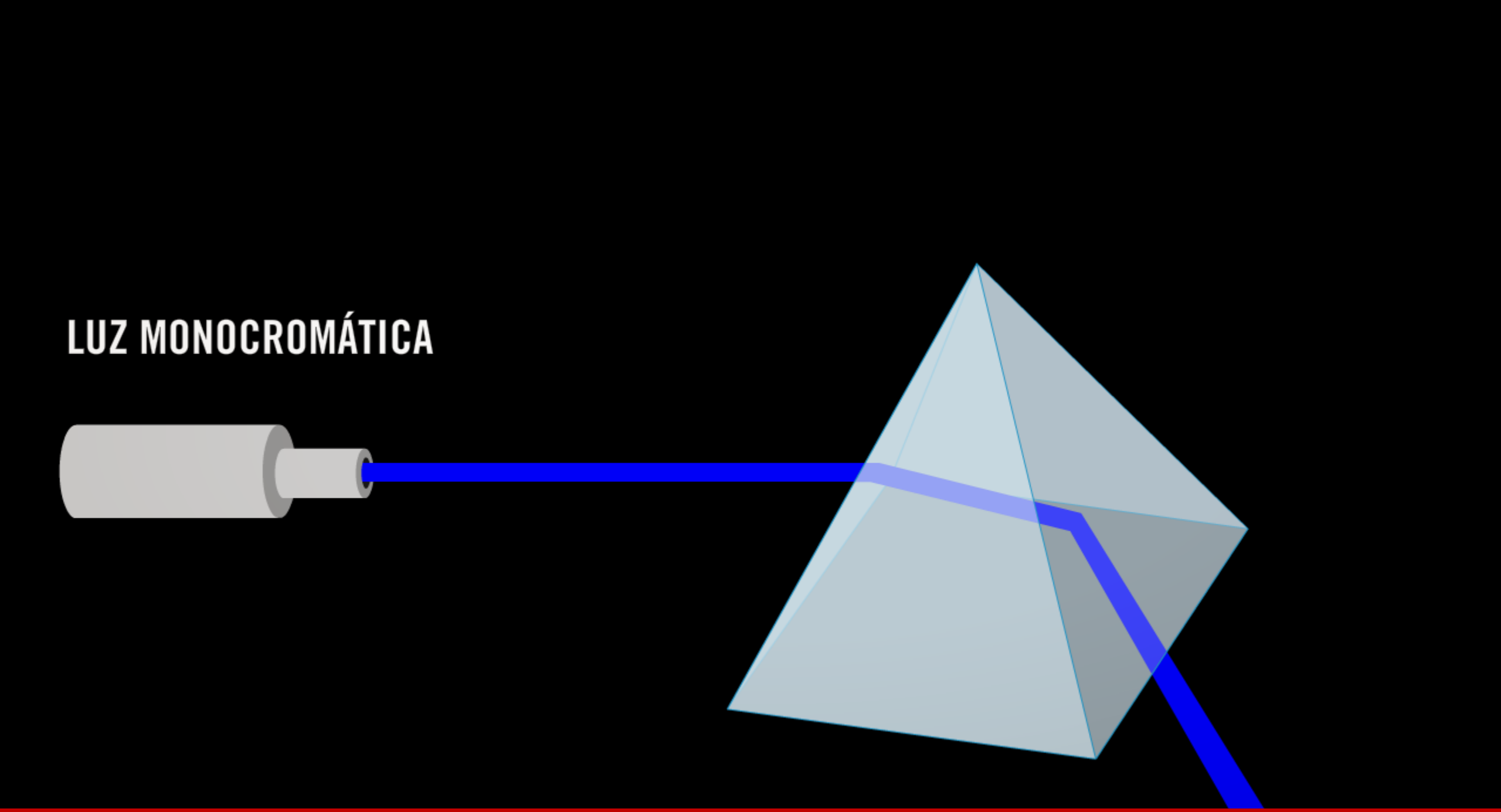
LUZ MONOCROMÁTICA

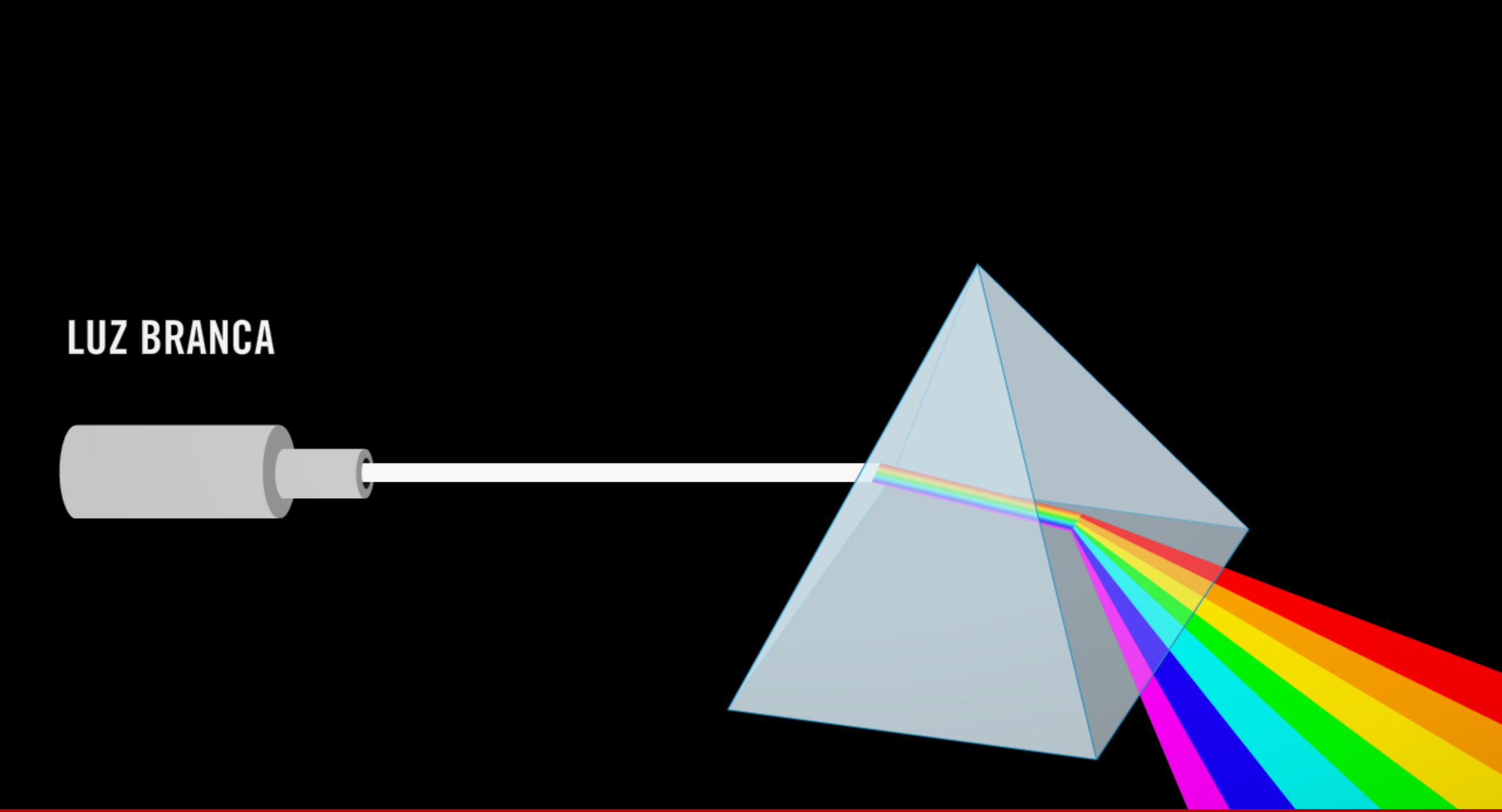


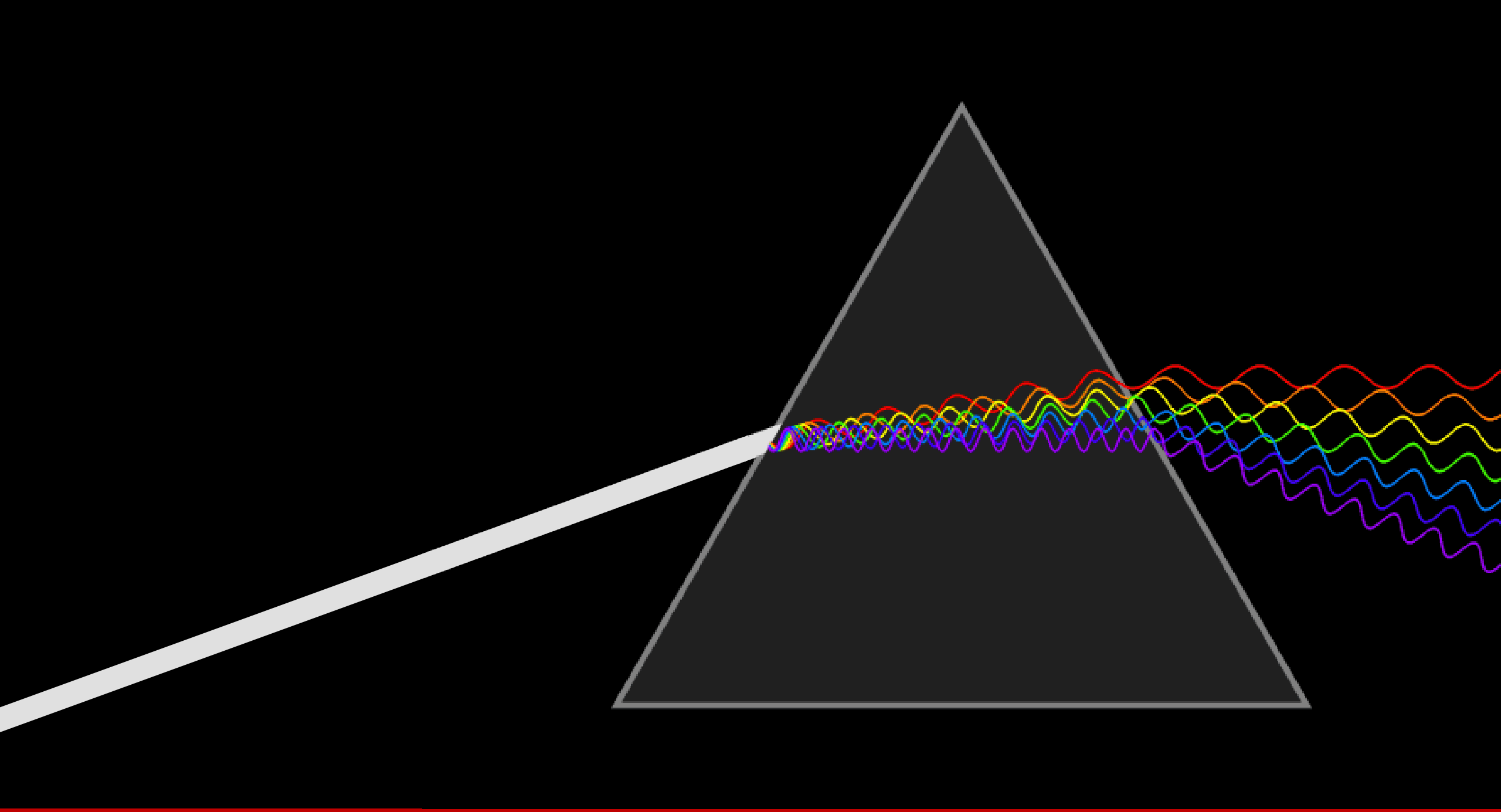
LUZ MONOCROMÁTICA




LUZ MONOCROMÁTICA


LUZ MONOCROMÁTICA

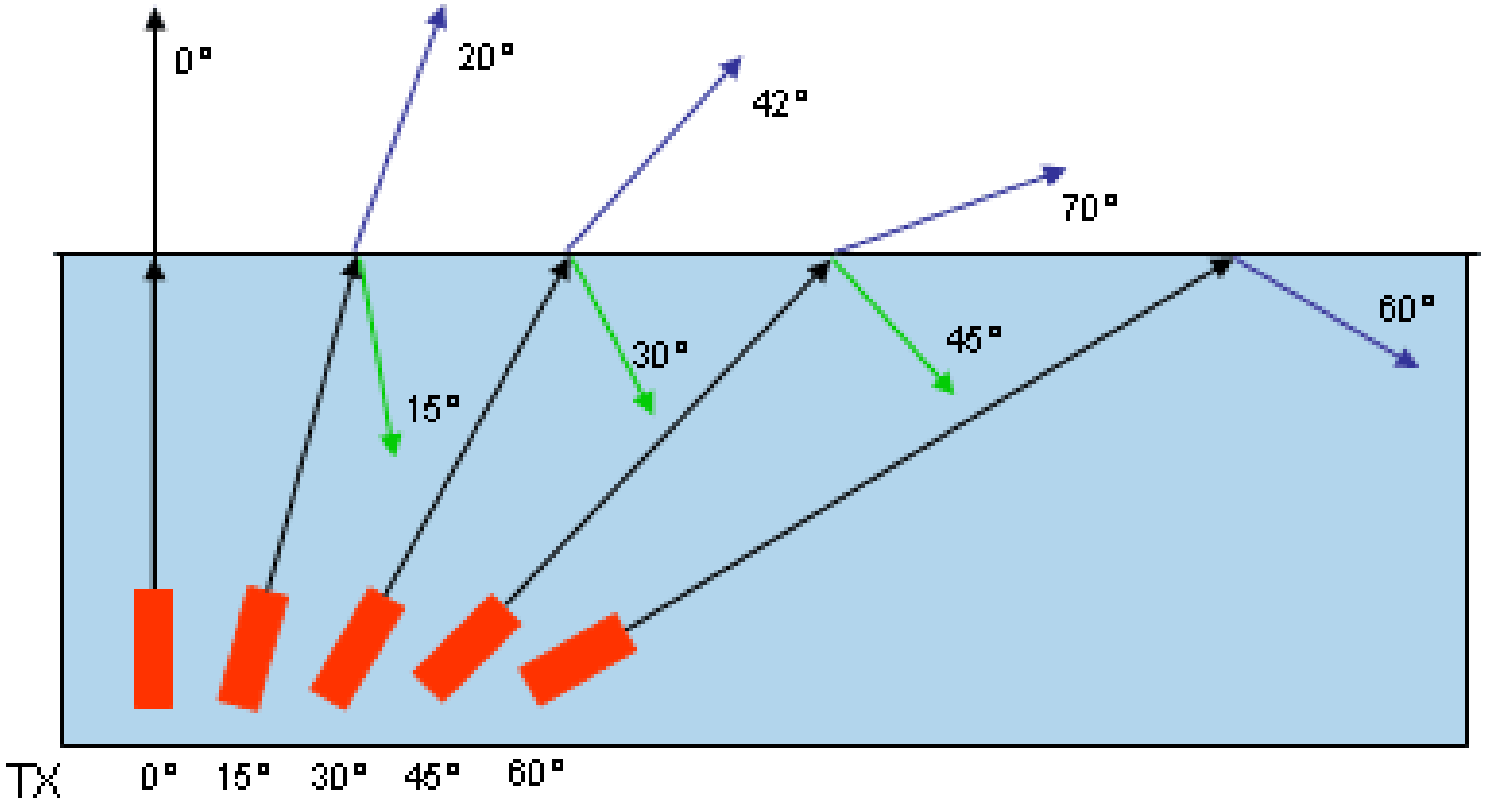

LUZ BRANCA



Refração

Reflexão total

A reflexão total **só pode acontecer quando a luz refrata de um meio mais denso** (mais refrigente) **para um meio menos denso** (menos refrigente).



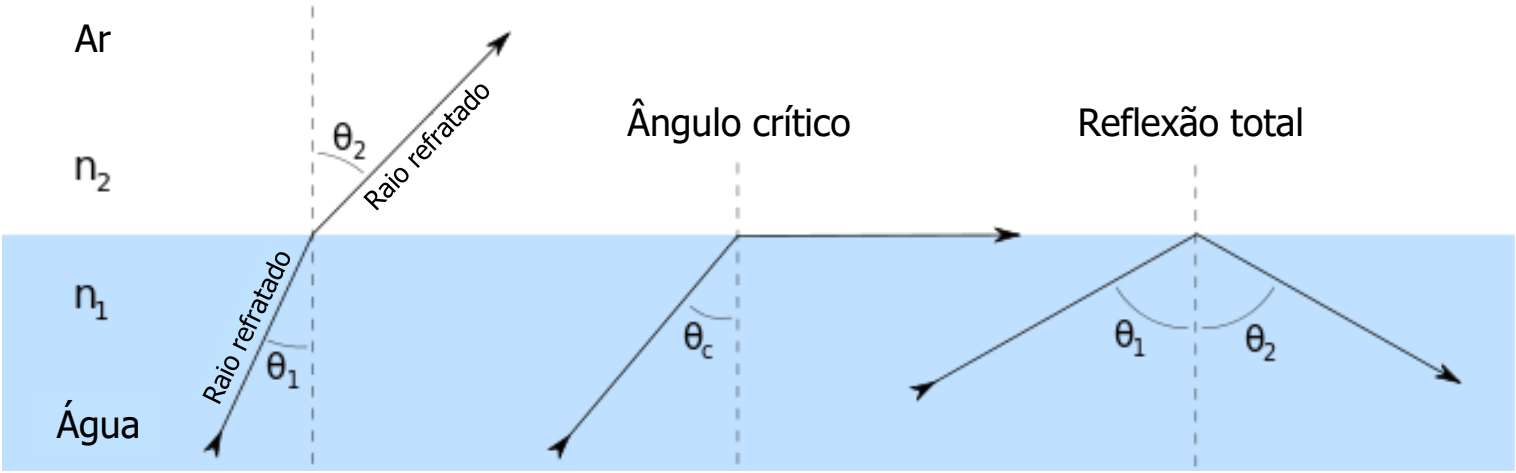
[Reflection and refraction] [Reflection and Refraction]

Reflexão total

O ângulo incidente a partir do qual acontece a reflexão total é chamado **ângulo crítico** (θ_c).

Neste caso, o ângulo refratado tem o valor de 90°.

A partir deste ângulo crítico acontece a reflexão total.



$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90° = n_2$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\frac{n_2}{n_1}$$

Quanto maior for a diferença entre os índices de refração dos dois meios, **menor será o ângulo crítico** de reflexão total.

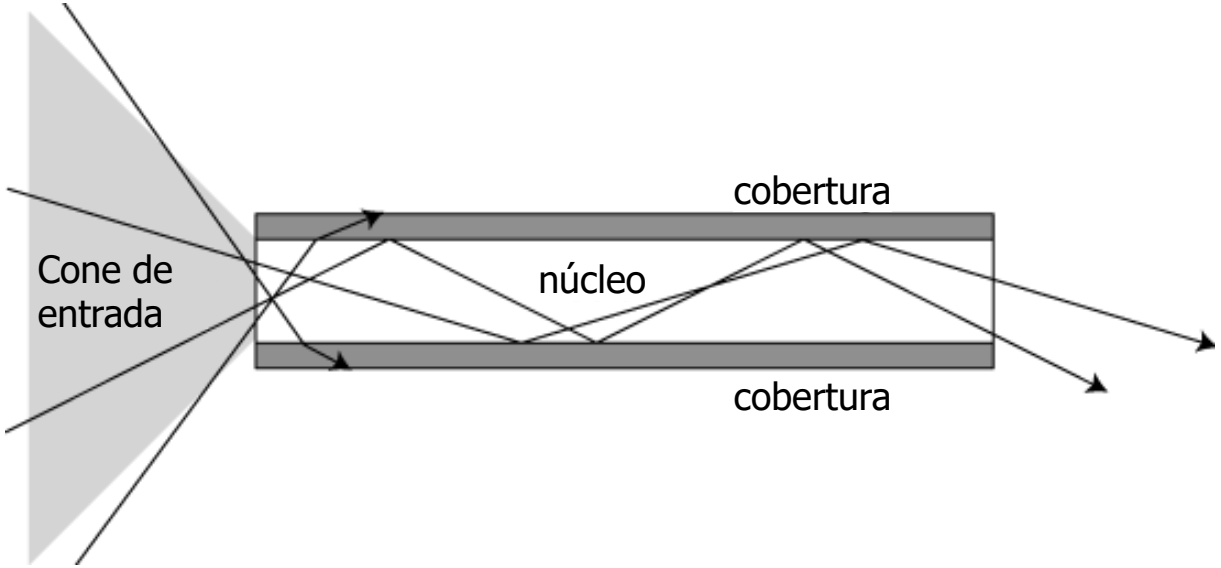
Reflexão total

Para que aconteça reflexão total:

O **ângulo de incidência** tem que ser **superior ao ângulo crítico**;

O **raio de luz passa de um meio com maior índice** de refração **para um com menor índice** de refração.

Aplicação prática: fibra ótica!



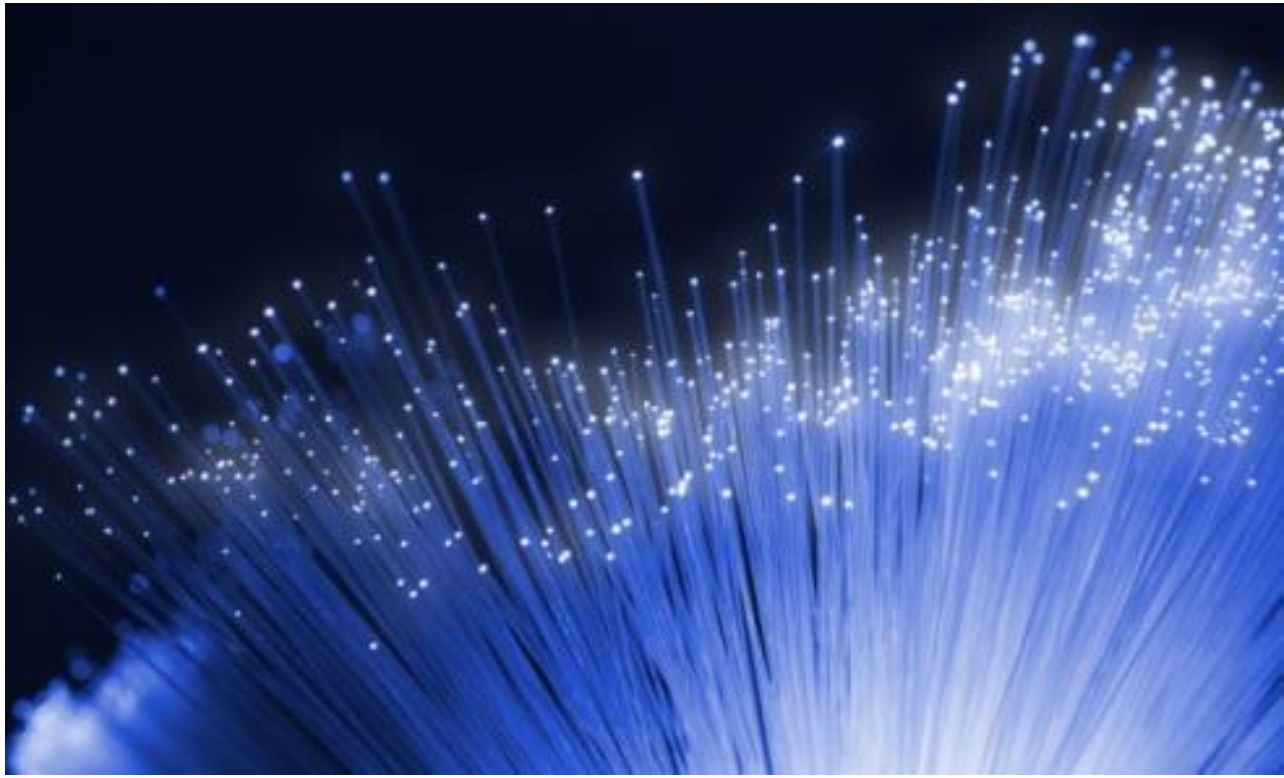
Fibra ótica

O funcionamento de uma fibra ótica baseia-se na reflexão total dos raios de luz no seu interior.

A fibra ótica deve ter no seu **interior um material que seja:**

Muito transparente;

Com um elevado índice de refração.



Bibliografia

- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, "Física 11 A", Areal Editores, Porto, 2016.
- M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.
- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, "Rumo à Física – 11º Ano", Areal Editores, Porto, 2022.

Ligações

- Desvio da luz, acedida em 15/01/2018.